

**Actividades de la  
secretaría de marina  
en la investigación  
oceanográfica**



**DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA**

**PRIMERO DE JUNIO DIA LA MARINA**

**1979**



GC 57

0555.19

9.6/2017

**H**emos dicho que debemos darle pleno sentido al fortalecimiento de la que debe ser nuestra vocación por el mar, expectativa tan rica como nuestro petróleo.»

Lic. José López Portillo

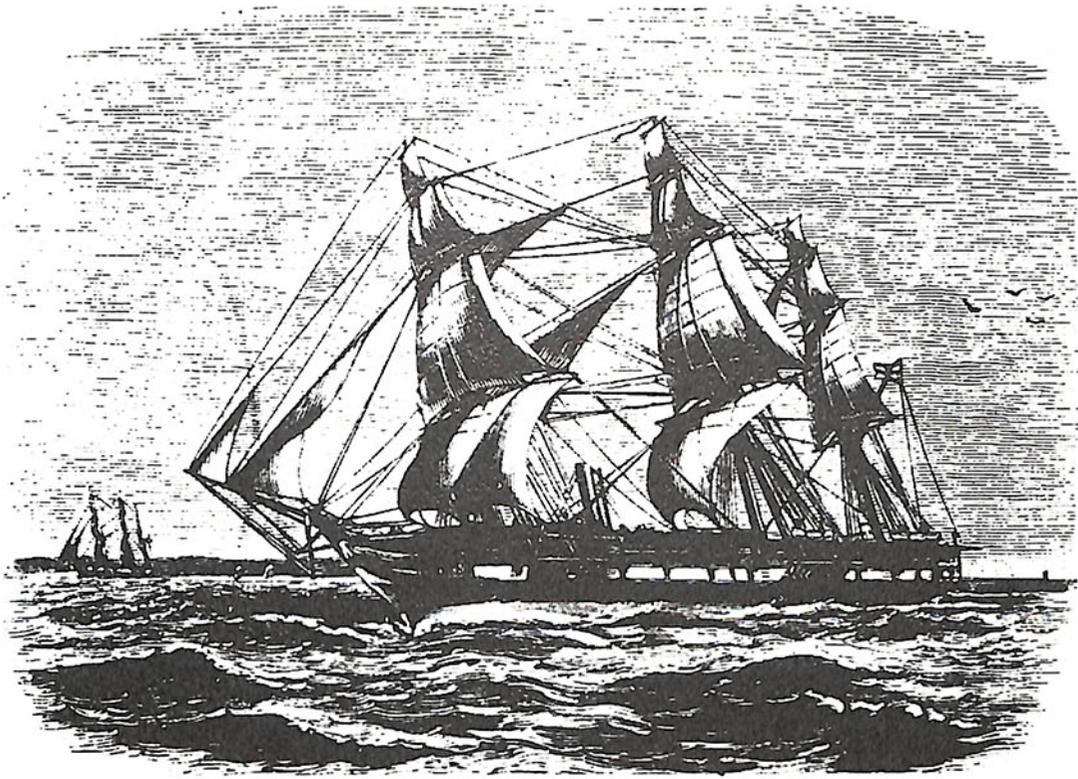
**Actividades de la  
secretaría de marina  
en la investigación  
oceanográfica**

**DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA**

**PRIMERO DE JUNIO DIA LA MARINA**

**1979**

## SEMBLANZA HISTORICA



## DE LA OCEANOGRAFIA

*Hacia fines del siglo XIX, un recio velero de no más de 2,300 toneladas atracaba en el puerto inglés de Spinhead. Retornaba de un viaje de más de tres años en los que recorrió 110,000 kilómetros de los siete mares. Su expedición había sido un atrevido ataque a lo desconocido, en la tradición de las grandes exploraciones marinas de aquellas épocas: lo desconocido del fondo del mar. Cuando este navío abandonó Inglaterra, las profundidades oceánicas eran un misterio casi inalcanzable; al volver había sondeado las profundidades de todos los océanos, excepto el Artico, y sentado las bases de la moderna ciencia oceanográfica.*

*Aquella frágil embarcación se llamaba Challenger, y aunque su nombre y su viaje muchas veces se olvidan, los motivos que lo llevaron a su aventura aún siguen vigentes sólo que con expediciones mucho mejor equipadas que surcan los océanos explorando sus profundidades. Fue el Challenger, provisto de un tosco pero ingenioso equipo de sondeo, el que esbozó lo que todavía es nuestro mapa básico del mundo subocénico.*

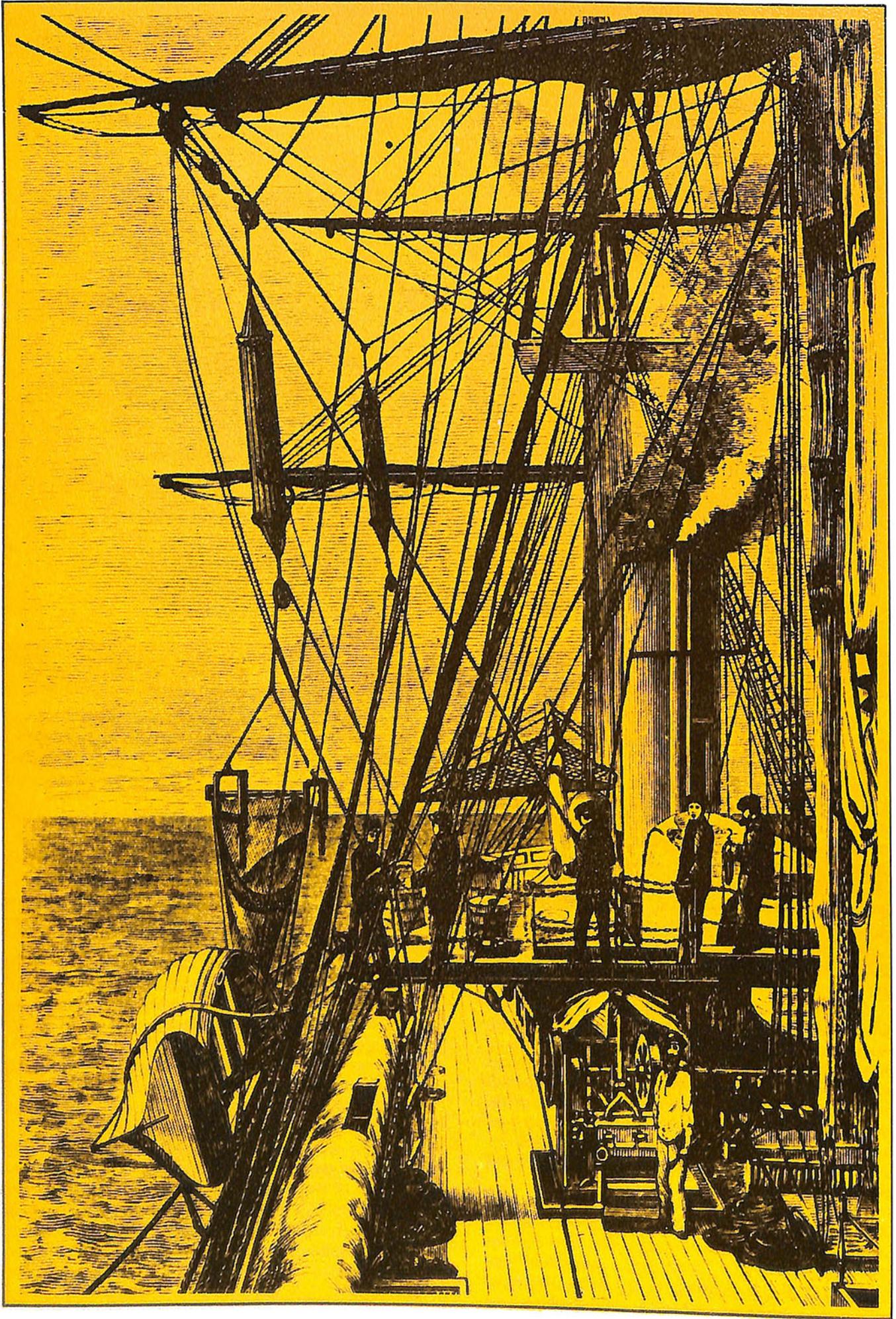
*Antes de esta expedición, se cree que fue Magallanes quien hizo el primer sondeo aislado de las profundidades marinas. Se dice que en 1521 soltó cuerdas hasta una profundidad de quizá 200 brazas (365 metros), en el Pacífico; como no alcanzara el fondo, concluyó que se*

*encontraba en la zona más profunda del océano. En realidad el agua donde parece hizo sus sondeos tiene 3.650 metros de profundidad y está muy lejos de ser el fondo más profundo del Pacífico.*

*Los logros del Challenger fueron tremendos: se rompió una barrera; el mundo de las profundidades oceánicas había sido explorado. En cierto sentido había respondido a la pregunta que resonó durante siglos en palabras de Eclesiastés: "¿Quién puede encontrar lo que está demasiado lejos y demasiado profundo?".*

*Después de esa histórica expedición a cargo de Charles Wyville Thompson, el panorama científico cambió notablemente y el interés por las ciencias oceanográficas cobró gran importancia. Dado el primer paso, el más difícil, los siguientes fueron cada vez más sencillos pero a la vez en busca de nuevas metas.*

*El crucero del Challenger proporcionó los primeros datos sistemáticos sobre la salinidad de los océanos a diferentes profundidades; sobre el plancton y las formas de vida existentes en el mar; sobre los sedimentos de los fondos marinos; acerca de diferentes aspectos de las profundidades oceánicas y sobre muchos otros parámetros. A raíz de esta expedición, se incrementó la investigación oceanográfica*



propiamente dicha, enfocándose posteriormente y en gran proporción, a los aspectos biológicos.

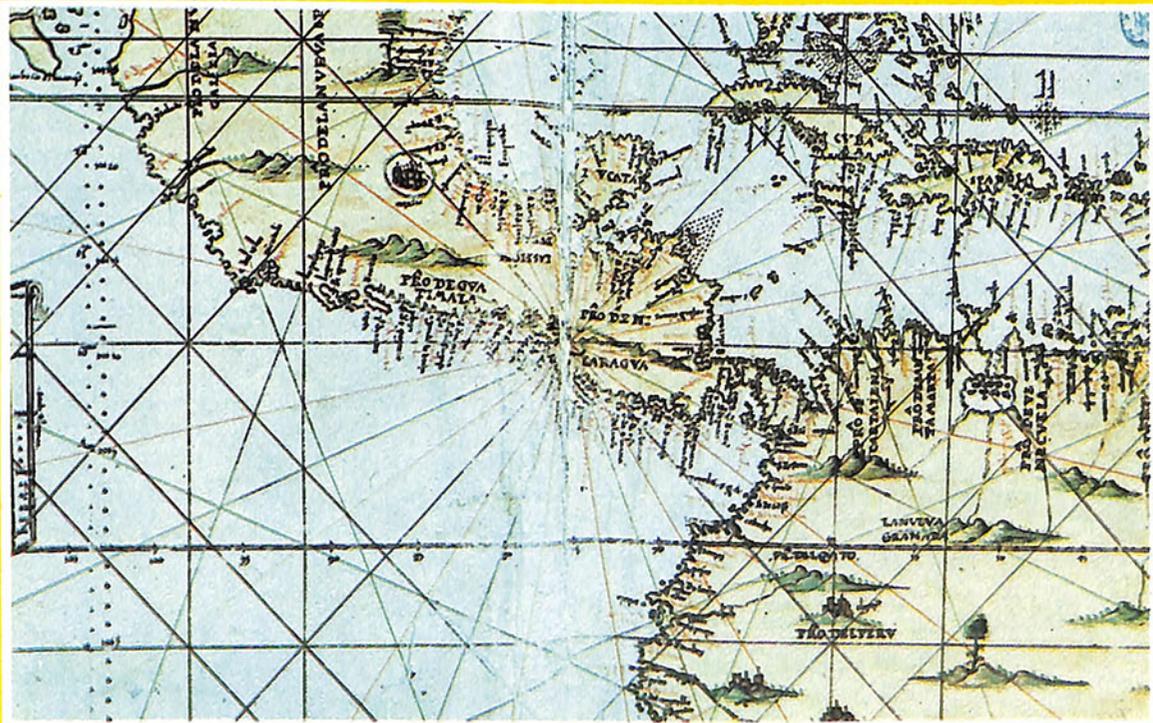
La diversificación de la investigación oceanográfica ocurre alrededor de la Segunda Guerra mundial, con el desarrollo de instrumentos tales como la acústica, el batitermógrafo, los perfiladores sísmicos, rastreadores geológicos y otros aparatos que facilitan enormemente la tarea del oceanógrafo. Como resultado de esta revolución tecnológica aparecen nuevas teorías sobre la interacción océano-atmósfera y se produce la primera teoría coherente del origen y deriva de los océanos y continentes; asimismo explica las zonas de gran sismicidad que existen en el mundo.

A partir de 1940, las márgenes continentales de nuestro país, así como las aguas que pertenecen ahora a la Zona Económica Exclusiva de México, han sido escenario de cientos de expediciones oceanográficas realizadas por instituciones extranjeras, planeada cada una para cumplir objetivos principalmente de ciencia pura, es decir, problemas básicos en

oceanografía, altamente localizados, en lo que respecta a las regiones estudiadas.

A partir de 1960 las ciencias oceanográficas en México, con anterioridad únicamente Biología Marina, principian también a diversificarse y así nacen la Escuela de Ciencias Marinas en Ensenada, B.C., el Instituto de Ciencias del Mar de la UNAM, el Centro de Investigaciones Marinas de La Paz, B.C.S., y otros centros locales de investigación. Los estudios de estos centros, de innegable calidad científica, comprenden principalmente ciencia básica en áreas alrededor del lugar donde se encuentran situados.

Consciente de las prioridades de política económica y social del régimen, la Secretaría de Marina a través de la Dirección General de Oceanografía, se ha avocado a realizar estudios oceanográficos multidisciplinarios, aplicados en la Zona Económica Exclusiva de México. Para realizar esta labor en el Pacífico de México, la Dirección General de Oceanografía creó, en la ciudad de Manzanillo, Colima, el Instituto Oceanográfico de cuya labor se habla a continuación.



"Al volver había sondeado las profundidades de todos los océanos..."



## EL INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE MANZANILLO

Conocemos mejor la parte obscura de la luna que los vastos mares y océanos que nos rodean.

Los océanos han sido, desde el principio de la humanidad, un elemento vital para su desarrollo.

En un principio el mar proporcionó los elementos químicos fundamentales que hicieron posible las primeras formas de vida. Actualmente el mar proporciona alimentación, energía, formas de comunicación y barreras de protección. Sin embargo, no lo conocemos adecuadamente.

En sus orígenes, cuando nuestro planeta estuvo en fusión, lo cubría el vapor; con el enfriamiento de la tierra, el vapor descendió en forma de lluvia depositándose en los sitios que le podían dar cavida, formando

así los océanos, que cubren más del 70% de la superficie del planeta. Desde entonces el agua ha estado circulando en sus tres estados; la cantidad se ha mantenido constante y puede decirse que el agua que utilizamos hoy en día es la misma que se empleó para regar los jardines colgantes de Babilonia.

El ciclo hidrológico suele iniciarse con el agua suspendida en la atmósfera; vapor de agua procedente de mares, ríos, lagos y también de plantas y animales. Una vez que el agua se evapora sufre debido al calor, desplazamientos en sentido vertical y horizontal que la lleva a diferentes distancias, formando en su conjunto las nubes que al condensarse de gotas de agua en hielo, por la fuerza de gravedad es

obligada a regresar al suelo o al océano. Como consecuencia de este ciclo y dada la trayectoria que sigue el agua para llegar al océano, ésta arrastra una vasta cantidad de sustancias, mismas que al depositarse en los fondos y mezclarse con el agua producen su salinidad y su riqueza en sustancias nutritivas.

En el océano actúan, íntimamente ligados, factores físicos, químicos, biológicos y geológicos, a tal grado que se considera imposible estudiarlos por separado. La mayoría de los avances importantes en el conocimiento del mar se han hecho y continuarán haciéndose en aspectos interdisciplinarios, que pueden extenderse igualmente tanto al uso y aprovechamiento de los mares como al de áreas costeras.

Del conocimiento de los océanos se derivan muchos aspectos de gran trascendencia para el desarrollo económico e industrial de los países: navegación, obras portuarias, y la explotación racional de los recursos naturales renovables y no renovables.

De nuestro país conocemos algunos datos importantes del aspecto marítimo. México posee 10,700

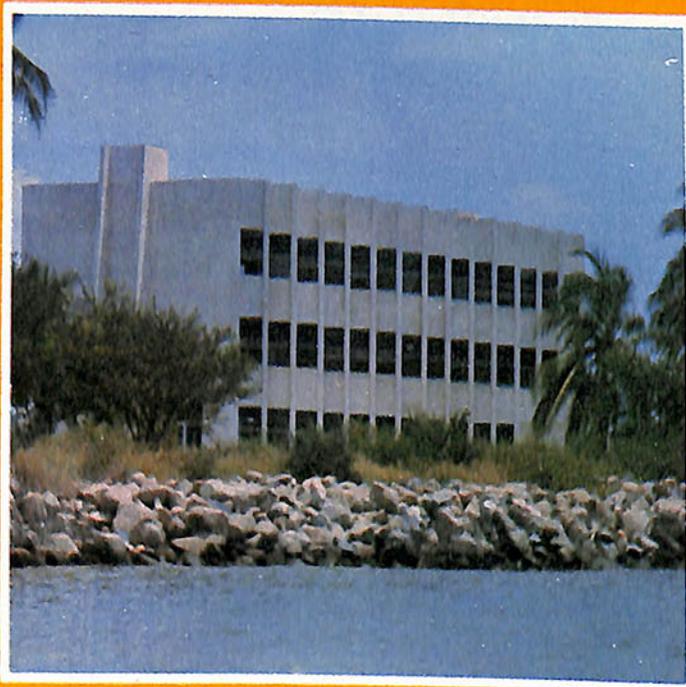


Kms. de litoral y una zona económica exclusiva viable de explotación, cuya área es aproximadamente de 3 millones de kilómetros cuadrados, es decir, una vez y media el área de la República Mexicana. Cuenta además con 500,000 hectáreas de aguas interiores. Estos datos reafirman la importancia de incrementar la investigación en los mares mexicanos.

Otros informes que muestran el panorama de lo que se puede obtener de nuestros mares, son las estimaciones de la FAO (Organización Internacional de la Agricultura y Alimentación), en las que se especifica que el Golfo de México tiene un potencial pesquero anual de 1,000,000 de toneladas en las especies Sierra y Anchoveta. De estas, únicamente se extrajeron 7,548 toneladas en 1970, por parte de México, lo que indica que sólo se aprovecha el 0.7% de dicho potencial. El desconocimiento de esta riqueza para amplios sectores poblacionales ha ocasionado que únicamente el 0.4% de la población económicamente activa del país se dedique a las actividades pesqueras.

Una de las medidas de mayor trascendencia que jamás se hayan adoptado en la defensa de nuestros recursos marinos, es la creación de la Zona Económica Exclusiva, la cual se extiende 200 millas náuticas consideradas a partir de la línea base desde la cual se mide el mar territorial en que la nación tiene derechos soberanos para los fines de explotación, conservación y administración de los recursos naturales, tanto renovables como no renovables, de los fondos marinos incluyendo el subsuelo y las aguas suprayacentes.

La adopción de la Zona Económica Exclusiva trae aparejada la necesidad de contar con la descripción adecuada de dicha zona, para poder planear sobre todo la explotación eficiente de los recursos de los mares en ella contenidos. Esta descripción solamente puede ser proporcionada por organismos dedicados a estudios oceanográficos. Para el litoral del Pacífico mexicano la Secretaría de Marina, a través de la Dirección General de Oceanografía, ha creado un Instituto Oceanográfico en Manzanillo. Las funciones de este Instituto son las de diseñar y llevar al cabo los estudios correspondientes de



Oceanografía aplicada, que proporcionen la descripción adecuada del litoral del Pacífico en las diferentes ramas de las ciencias marinas, y al mismo tiempo formen parte de la Carta Oceanográfica Nacional, la cual constituye el marco general de trabajo de dicho Instituto.

Dentro de dicho marco, el Instituto Oceanográfico en Manzanillo desarrollará entre 1977 y 1983, 16 proyectos. Este año, con un crecimiento proyectado del 10% con respecto a base cero, el Instituto realiza el levantamiento geofísico de la Zona Económica Exclusiva en el Pacífico de México. El proyecto iniciado en 1975 se lleva al cabo actualmente en cooperación con la Universidad del Estado de Oregon y se han colectado hasta la fecha 60,000 Kms., de datos a bordo de los buques oceanográficos de la Armada de México que colaboran con el Instituto: el DM-20 y el Mariano Matamoros, acondicionados en 1972 y 1974, respectivamente.

Este levantamiento principalmente tiene propósitos prácticos, pero también comprende algunas aplicaciones científicas. Los estudios llevados a cabo comprenden: batimetría o medición de las profundidades marinas, con objeto de obtener el relieve del fondo marino, como se ha hecho en el área de la margen continental de

Baja California; mediciones de la gravedad producida por rocas y sedimentos del subfondo marino, que permiten una evaluación indirecta de los recursos del subfondo, principalmente hidrocarburos; mediciones de magnetismo terrestre producido también por diferencias en el tipo de rocas o estructuras y fallas, lo cual permite también evaluaciones indirectas de los recursos del subfondo marino. Los resultados se presentan en cartas de 3° de latitud, en interpretaciones tectónicas o geológica donde se identifican fracturas del fondo oceánico y se explica la sismicidad, o en secciones transversales de la corteza terrestre que muestra la configuración profunda en este caso de la Península de Baja California.

El Instituto Oceanográfico iniciará en 1979 el estudio de la calidad de agua de la laguna de Cuyutlán, mismo que permitirá obtener un conocimiento de las áreas apropiadas para la explotación de maricultivos, así como para determinar la capacidad de difusión de contaminantes en la laguna, mediante los análisis químicos correspondientes.

El Instituto está programado para crecer 60% en 1980, iniciándose en dicho año 8 proyectos, tales como el estudio de la circulación oceánica

en el Golfo de California, corrientes marinas superficiales y profundas, el estudio exhaustivo en todas las ramas de la Oceanografía de la bahía de Manzanillo y Santiago —de gran importancia en lo que a contaminación de las mismas se refiere— y la impartición de un posgrado en las áreas de geología y geofísica marinas.

Mediante métodos sísmicos, en 1981 se iniciarán los estudios de identificación indirecta de rocas y sedimentos de los subfondos marinos, utilizando un buque de nueva adquisición especialmente proyectado para dichos estudios, mismos que comprenderán la Zona Económica Exclusiva de México en el Pacífico.

1981 contempla la iniciación de estudios en otras lagunas del Estado de Colima, así como nuevos estudios de posgrado en Oceanografía. El personal científico que dirige los proyectos enumerados es principalmente mexicano con doctorados y maestrías en ciencias, el cual se incorporará progresivamente al Instituto. Los proyectos de estudios comprenden también la visita periódica al Instituto de científicos y expertos extranjeros, en calidad de intercambio.

Otras actividades del Instituto comprenden estudios de meteorología marina; se elaborarán pronósticos del tiempo para el litoral del pacífico, alertando de esa manera al pueblo, sobre la formación de tormentas tropicales. El clima de los continentes depende en gran parte de los cambios atmosféricos que ocurren en el mar por efecto de la circulación oceánica, de ahí que el pronóstico del tiempo sea básico para el desarrollo eficiente y seguro de las operaciones marítimas.

El departamento de mareografía estudiará la dinámica de las aguas oceánicas en el litoral del Pacífico, por un lado en lo que se refiere a corrientes periódicas tanto como aperiódicas, a fin de conocer los desplazamientos de las masas de agua, y por otro lado las corrientes causadas por la marea, lo cual permite prever los efectos sobre las costas en lo que se refiere a la erosión de las mismas, transporte y depositación de sedimentos. También participará activamente en el programa internacional de alarma de tsunamis o maremotos.

La oficina de prevención de la contaminación marina realizará actividades encaminadas a detectar y

cuantificar los problemas de contaminación ya existentes en los litorales del pacífico. Para ello realizará monitoreos periódicos de calidad de agua en los principales puertos del Pacífico, especialmente Manzanillo, y de deterioro ecológico en las costas.

La terminal de datos oceanográficos con la que contará el Instituto Oceanográfico, recabará, analizará, clasificará y almacenará la información recolectada en los levantamientos oceanográficos de la Zona Económica Exclusiva de México en el Pacífico, así como los adquiridos por otras instituciones nacionales y extranjeras. Este centro de datos proporcionará la información almacenada a la comunidad científica mexicana, usuarios y público en general.

Con el objeto de integrar el Atlas Oceanográfico, el Instituto de Manzanillo tiene proyectado un programa quinquenal de investigación oceanográfica que considera las siguientes áreas:

#### AREAS PRINCIPALES DE ESTUDIO:

Oceanografía Física.  
Oceanografía Química.  
Oceanografía Biológica.  
Oceanografía Geológica.  
Oceanografía Geofísica  
Oceanografía Marítima.

#### AREAS DE APOYO:

Administración.  
Centro de Cómputo.  
Estaciones Oceanográficas.

Los distintos proyectos a realizarse dentro de las áreas arriba enumeradas son los siguientes:

- a). — Levantamiento Geofísico de la Zona Económica Exclusiva del Pacífico de México. En cooperación con instituciones de Investigación Oceanográfica del país y del extranjero.
- b). — Estudios de reflexión sísmica profunda de la margen continental oeste de México. En cooperación con instituciones de Investigación Oceanográfica del país y del extranjero.
- c). — Modelo tridimensional de la circulación oceánica del Golfo de California. En cooperación con instituciones de Investigación Oceanográfica del

país y del extranjero.

- d). — Estudio de la circulación oceánica y obtención de las características estacionales físico-químicas de la Zona Económica Exclusiva de México en el Pacífico; entre las latitudes 12° a 32° norte.
- e). — Estudio de las características físicas, químicas, biológicas, geológicas y geofísicas de las Bahías de Manzanillo y Santiago en el Estado de Colima.
- f). — Estudio de la contaminación de fondo por metales pesados y su impacto ecológico en la margen continental oeste de México, entre los 12° y 32° de latitud norte.
- g). — Estudio de la calidad de agua y obtención de las características hidrodinámicas, geológicas y geofísicas de la laguna de Barra de Navidad, límite entre los Estados de Colima y Jalisco.
- h). — Estudio de la calidad de agua y obtención de las características hidrodinámicas, geológicas y geofísicas de la Laguna de Potrero Grande, Estado de Colima.
- i). — Estudio de la calidad de agua y obtención de las características hidrodinámicas, geológicas y geofísicas de las Lagunas Superior e Inferior y Mar Muerto, en el Estado de Oaxaca.
- j). — Levantamiento geológico de la margen continental oeste de México.
- k). — Integración de una terminal del Centro de Datos Oceanográficos, especializado en la zona económica exclusiva de México en el litoral del Pacífico.
- l). — Formación de un acuario de especies marinas de la zona económica exclusiva de México en el litoral del Pacífico.

En resumen las actividades que desarrolla el Instituto Oceanográfico de la Dirección General de Oceanografía de la Secretaría de Marina, son básicas para el conocimiento integral de los recursos de la Zona Económica Exclusiva en el Pacífico de México, y al cumplirse los objetivos trazados en el programa nacional oceanográfico se abrirán las puertas del verdadero camino de México, EL MAR.



# CONTAMINACION MARINA POR HIDROCARBUROS

por: Naoharu Ogawa

La nueva explotación y exportación de petróleo mexicano a través del mar, va a proyectar un cambio: por un lado en las actividades de la industria petroquímica y de tráfico marítimo, y por otro en el aspecto ecológico del mar.

Es el caso del Mar Mediterráneo, el cual está sufriendo acentuada contaminación por falta de renovación de sus aguas y por el exceso en las descargas de desechos y desperdicios industriales. Recientemente también se ha presentado en la costa francesa una catástrofe por el mayor derrame hasta ahora registrado, de más de 22,000 toneladas de petróleo crudo, que atravesó el Canal de la Mancha y contaminó la costa Sur de Inglaterra, ocasionado por el superpetrolero "Amoco-Cadiz" de 233,000 toneladas de peso muerto.

La contaminación marina por hidrocarburos representa casi la mitad de todos los contaminantes existentes, estimándose en más de 6 millones de toneladas anuales los vertimientos al mar cuyos orígenes son marítimos (buques y plataformas) y terrestres (refinerías, industrias, ciudades, etc.) que se des-

plazan a través de ríos o directamente al mar.

Esto conduce a la necesidad de implantar una medida inmediata para la protección ambiental, antes de que el equilibrio del ecosistema se rompa. Para ello analizaremos varios aspectos de la contaminación marina por hidrocarburos.

## Incidentes de la Contaminación por Hidrocarburos.

Observamos dos incidentes significativos: tanto la contaminación de origen marítimo como la de origen terrestre produjeron un daño incalculable por mareas negras en Inglaterra, Francia y Japón.

En los dos primeros países tuvo lugar el accidente más conocido e importante de la historia de la contaminación marina, lo que obligó al establecimiento de una Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación Marina.

Un petrolero, el "Torrey Canyon", de 118,285 toneladas de peso muerto, encalló el día 18 de marzo de 1967 en los arrecifes de Seven Stones que se encuentran al Suroeste de Inglaterra. Por la tarde del mismo día los derrames ya se habían extendido hacia el Suroeste; ocho días después, tras fracasar los intentos de rescatarlo durante esos días, el buque se hundió partido en dos. En los días posteriores al hundimiento, una rama de derrames empezó a correr a lo largo de la costa Suroeste de Inglaterra con un espesor de 2.5 cm., y otra

FIG 1

TRAYECTORIA DEL DERRAME DE TORREY CANYON

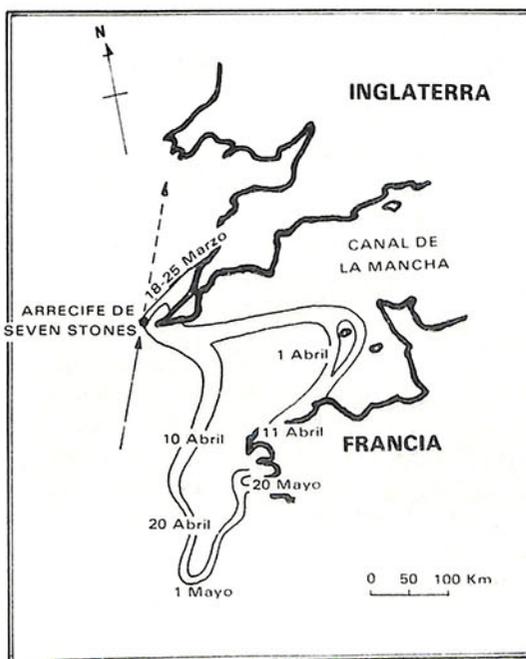
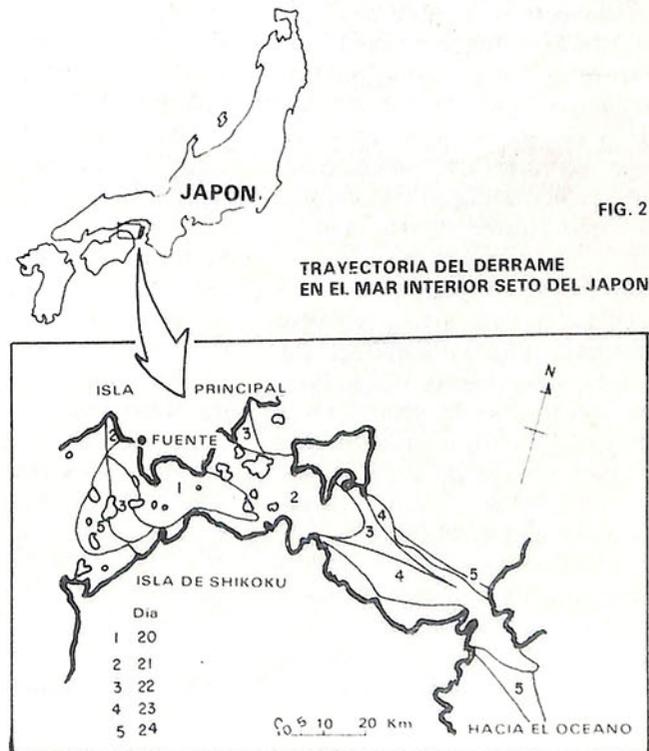


FIG. 2

TRAYECTORIA DEL DERRAME EN EL MAR INTERIOR SETO DEL JAPON



### CLASIFICACION DE DERRAME

GRADUACION	DENOMINACION	CANTIDAD APROX. (TONELADAS)		POSIBLES LUGARES	NIVEL RESPONSABLE	SEÑAL DE LA CONTAMINACION
		AREA DE EXTENSION (Km.2)				
1	MANCHA	<2		B, C, D, E, F	a ó b	
2	DERRAME PEQUEÑO	10		A, B, C, D, E	a ó b	
		100				
3	DERRAME MEDIANO	50		A, B, C, D	c	
		500				
4	DERRAME GRANDE	100		A, B, C	d	URGENTE
		1,000				
5	DERRAME MAYOR	1,000		A, B, C	d	EMERGENTE
		10,000				
6	DERRAME CATASTROFICO	10,000		A, B	d	SUPER EMERGENTE

**NOTA**

A: MAR ABIERTO Y ESTRECHO  
 B: BAHIA Y PUERTO  
 C: RIO, ESTUARIO Y DESEMBOCADURA  
 D: DIQUE, MUELLE Y TERMINAL  
 E: COSTA  
 F: LAGO Y LAGUNA

a: COMPAÑIA PRIVADA O NACIONAL  
 b: DELEGACION PORTUARIA  
 c: COMANDANCIA LOCAL O ESTATAL  
 d: COMANDANCIA CENTRAL O NACIONAL

**CUADRO 1  
 CLASIFICACION DE DERRAME**

rama se dirigió hacia el Sur, o sea a las costas francesas, vertiendo 30,000 toneladas de crudo. Diez días más tarde, el petrolero se partió en cuatro. Dada la extrema dificultad del salvamento del buque destruído, se optó por abandonarlo definitivamente. El gobierno británico decidió bombardearlo con aviones de la fuerza aérea, a fin de incendiar el petróleo que aún quedaba en los tanques, antes de que se vertiera; la operación se realizó en 48 horas con 54 aviones, hasta que ardió totalmente el crudo.

Después de 23 días de la fecha del accidente, una parte principal del derrame que se dirigió al Sur llegó al Noroeste de las costas francesas, y otra que se separó en el Sur de Inglaterra siguió durante más de 30 días en el mar abierto, desplazándose hacia el Sur, contaminando las playas de Bretaña.

El gobierno británico reclamó al fin de la catástrofe unas 60 millones de libras por perjuicios y 16 millones de libras por gastos para tratar ese accidente. Por otro lado el gobierno francés reclamó más de 29 millones de libras por daños a lo largo de las 150 millas de litoral francés.

El segundo caso de contaminación por petróleo de origen

terrestre, ocurrió debido a la ruptura de los depósitos de petróleo en una refinería situada en la parte Este del mar interior Seto del Japón, constituyendo una de las más graves contaminaciones en dicho país, ya que los derrames que se extendieron durante los días del incidente, amenazaron a una de las zonas más importantes para la industria pesquera y de tráfico marítimo, estimando los daños en varios cientos de millones de yens.

Las cifras se calculan de 7,500 a 9,500 K.l. de derrames totales, y se difundió hacia el Este del mar interior Seto. Aunque se colocaron barreras cerca de la fuente de contaminación, los derrames se desbordaron por encima y por debajo de ellas, debido al exceso de caudal, durante los primeros días del accidente.

La difusión de derrames se presenta esquemáticamente en la figura 2. Durante los primeros 5 días se calculó su área de extensión en unos 1,439 Km<sup>2</sup> contaminando 500 Km de litorales; unos 7,430 K.l. de petróleo fueron recogidos por 38,653 barcos entre los que había 350 buques anticontaminación. Los equipos y materiales que se utilizaron fueron 25,870 m de barreras; 1,014,733 L. de dispersantes; 830,116 Kg. de absorbentes, y 344 aviones.

### *Comportamiento de los Hidrocarburos en el Mar.*

Los hidrocarburos en contacto con el agua muestran un comportamiento particular, debido al viento atmosférico.

La difusión del aceite se debe teóricamente a dos factores básicos: uno es la fuerza de gravedad sobre el aceite, debido a su densidad, y otro es la tensión superficial del agua que normalmente es mayor que la del aceite; ambas fuerzas causan la difusión horizontal.

Una vez vertidos en la superficie, los componentes ligeros de los hidrocarburos empiezan a dispersarse en la atmósfera por evaporación, en una proporción de 20% a 25% durante las primeras 24 horas. Cuando la temperatura del aire es de 20°C, por ejemplo, los hidrocarburos que tienen su punto de ebullición a menos de 250°C. se evaporan en su primera fase.

Además de la evaporación, los componentes alifáticos y aromáticos de los hidrocarburos se disuelven en el agua del mar, y su proceso varía en función de las temperaturas del aire y del agua, los vientos, las olas y las corrientes. Por ejemplo, el etano, el propeno y el butano se disuelven con una proporción de 60 ppm, y dentro del

grupo aromático el benceno muestra la mayor solubilidad con 1,780 ppm.

Otro de los fenómenos importantes del comportamiento de los hidrocarburos, es la emulsificación (el estado de mezcla entre agua y aceite), que muestra dos aspectos principales: emulsión de agua en aceite, en la que las moléculas del agua se encuentran suspendidas en el aceite, y emulsión de aceite en agua, en la que las moléculas de aceite están flotando en agua con un diámetro de  $\mu\text{m}$ . (micro metros) a 1 mm. que suele ser producido por la agitación de la superficie o por la utilización de detergentes químicos.

Aparte de los fenómenos antes mencionados, se pueden observar pequeños detalles del comportamiento de los hidrocarburos, tales como la degradación por bacterias marinas, aunque cuantitativamente la proporción es muy pequeña. Las bacterias pueden consumir diariamente un litro de aceite con 400,000 L. de agua. Existe otra degradación foto-química que se inicia con la luz; por ejemplo, un derrame de 2.5  $\mu\text{m}$ . (micro metros) de espesor, podría ser degradado por la fotooxidación durante 100 horas continuamente soleadas.

El proceso de la desaparición de un derrame es mayor bajo una con-

dición de mar agitado y bien soleado que en un estado normal, debido a la aceleración de los fenómenos mencionados, en particular, evaporación, emulsificación, degradación, etc. Todos esos fenómenos son el resultado de la eliminación del petróleo en el mar, por un mecanismo propio de la naturaleza denominado en inglés "Westhering", que se debe considerar junto con las condiciones meteorológico-oceanográficas, como parámetros diminutivos, en cuanto a la operación real de recuperación de derrames de fuente continua u ocasional. Con estos datos se puede evaluar la posible área de extensión. Todo eso nos conduce a la necesidad de adoptar un método de lucha ante cualquier circunstancia.

#### Sistema de Lucha Contra Derrames de Petróleo.

En el año de 1973, la fuente de vertimiento de petróleo fue en un 36% de origen marítimo debido a accidentes de buques y plataformas; el otro 64% fue procedente de tierra.

En el caso de Japón se observó mayor proporción de vertimiento de petróleo: el 52% fue de origen

marítimo, de los barcos cisterna.

Sobre los derrames de origen marítimo, tenemos una parte de fuentes continuas en aguas de lastre, de limpieza de tanques y de senfinas de buques tanque.

Los derrames accidentales alcanzan casi el 99% y corresponde a unas 300,000 toneladas de petróleo, siendo causados por colisión (38%), varada (27%), deterioro del casco (21%), explosión (7%), incendio (4%), y avería de dispositivos (2%).

#### Determinación de la Lucha.

En la estrategia básica contra derrames será necesario conocer los siguientes elementos:

En primer lugar, las características de los derrames — que pueden ser de fuente ocasional o fuente continua, de origen marítimo u origen terrestre — y análisis paralelo de las condiciones meteorológico-oceánicas, condiciones geográficas, tipo y cantidad de hidrocarburos.

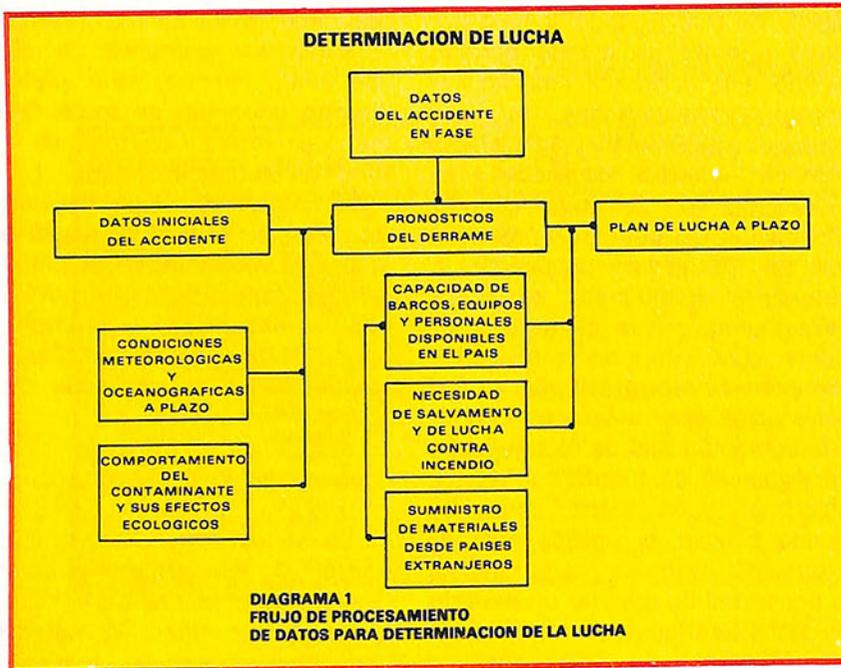
En segundo lugar, determinar los equipos y materiales a utilizar para combatir la contaminación, según el tipo y características del accidente, y que se clasifiquen en términos generales en función del tipo de fuentes (accidental o continuo).

### NECESIDAD DE MATERIALES Y DE OPERACION CON MAGNITUD

GRADUACION	TIPO DE OPERACION	TIPO DE MONITOREO	Nº DE PERSONAL MINIMO	Nº DE BUQUE ANTI CONTAMINACION	Nº DE BUQUE EN GENERAL	LONGITUD DE BARRERA (Km)	CANTIDAD DE DISPERSANTE (KI)	CANTIDAD DE ABSORBENTE (TONELADAS)
1	PERIODICAMENTE	PERIODICAMENTE	20	2		1	0.7	0.02
2	PERIODICAMENTE	PERIODICAMENTE	100	4	20	7	3	0.18
3	EPRIODICAMENTE	DESPUES DEL DERRAME	500	10	100	16	15	0.8
4	OCASIONALMENTE	DESPUES DEL DERRAME A CORTOPLAZO	1,000	20	500	22	30	1.6
5	OCASIONALMENTE	DESPUES DEL DERRAME A MEDIOPLAZO	APROVECHABLE	50	APROVECHABLE	APROVECHABLE	300	18
6	OCASIONALMENTE	DESPUES DEL DERRAME A LARGOPLAZO	MAXIMO PERSONAL DISPONIBLE	100	MAXIMO BUQUE DISPONIBLE	MAXIMA BARRERA DISPONIBLE	3.000	180

NOTA  
NUMERO Y CANTIDAD DE LOS MATERIALES DEPENDERAN DE CONDICION GEOGRAFICA Y DE ESTADO DE MAR EN EL LUGAR DEL INCIDENTE.

CUADRO 2  
REQUERIMIENTO MINIMO DE MATERIALES Y DE OPERACIONES CON MAGNITUD DE DERRAMES



La descarga continua de origen terrestre se caracteriza por presentarse en puertos, terminales, desembocaduras, etc., en donde la cantidad del vertimiento es estadísticamente pequeña, pero frecuente. Eso impondría la necesidad de recolectar rutinariamente el vertimiento, en lugares accesibles, como sigue:

1. — Zona y área de servicio.
2. — Cantidad de recolección y de tanques de depósito.
3. — Mantenimiento y operación.
4. — Durabilidad y fiabilidad de los aparatos.

En cuanto al vertimiento ocasional, que se observa en la zona del mar abierto (de origen marítimo), provoca muchas veces gran cantidad de derrames y eso conduce a las siguientes condiciones:

1. — Zona abierta y gran extensión de mar.
2. — Necesidades de recolección y de tanques de depósito.
3. — Rápida operación y alto rendimiento no importando las condiciones del mar.
4. — Variedad de operación.

Los derrames, en términos generales, pueden ser clasificados en los grupos siguientes:

*Derrame pequeño:* Que se encuentra frecuentemente en los lugares donde hay cierta cantidad de tráfico marítimo y poca renovación de aguas, estimando una

concentración de 0.04 toneladas por 1,000 Km<sup>2</sup>

*Derrame mediano:* Que existe generalmente en las zonas industriales de carga y descarga de petróleo, con una concentración superior a 1 tonelada de hidrocarburos por 1,000 Km<sup>2</sup>.

*Derrame mayor:* La concentración del derrame suele ser superior a 35 toneladas por 1,000 Km<sup>2</sup>, y el cual es causado ocasionalmente, por los superpetroleros o los supertanques terrestres de depósito de petróleo dentro de una área de 90 Km<sup>2</sup>, desde el puerto de que se trate.

En esta ocasión presentamos dos tablas de derrames, detalladas en diferentes categorías, para precisar denominaciones, lugares, operaciones y selecciones de equipos en función de diferentes tamaños de derrame, como un método hipotético para la lucha contra la contaminación por hidrocarburos.

En el cuadro 1 se presentan las denominaciones generales y el cuadro 2 indica los sistemas de posible operación mencionando cantidad de los equipos principales.

Algunos de los elementos mencionados en ambas tablas podrían tener otro criterio, ya que cada derrame manifiesta siempre un aspecto diferente tanto en comportamiento como en desplazamiento, debido a las condiciones ambientales. En consecuencia, el método que se presenta será probable y aproximado. Sin embargo, esto nos permitirá tener un aspecto concreto de la metodología y normará tam-

bién el aspecto de materiales indispensables y su utilización.

De acuerdo con la estrategia del país y reglamentos nacionales e internacionales sobre la contaminación por hidrocarburos y a partir de éstas tablas, se puede desarrollar un programa para responder

la urgente necesidad de una lucha más efectiva, basándose principalmente en la situación inicial del accidente acontecido, condiciones del mar y capacidad de los equipos disponibles en el país.

El diagrama 1 muestra muy someramente los pasos fundamentales del plan de trabajo a seguir en cada caso.

Dentro de los equipos existentes, el más eficiente e importante para la recolección de derrames es el de los buques anticontaminación, que deben considerarse como un elemento básico porque son unidades flotantes que facilitarán y efectuarán las operaciones necesarias con alto rendimiento.

#### Conclusiones:

Actualmente la Dirección General de Oceanografía de la Secretaría de Marina, está desarrollando, con personal calificado, un programa para evaluación del estado de la contaminación marina, considerando el índice de calidad de las aguas marinas y las condiciones meteorooceanográficas que nos permitirán disponer de una estrategia programada, de métodos adecuados y preparar los equipos más eficientes para casos de derrames accidentales.

Para México es muy importante explotar el petróleo, pero no hay que olvidar los otros recursos económicos con que cuenta el país, tales como la pesca y el turismo, que todavía no se están explotando en su totalidad.

Si en los mares de México se llegara a romper el equilibrio del ecosistema, como es el caso del Mar Mediterráneo, irremediablemente se perderán los recursos naturales, que deberían ser utilizados para beneficiar a todos los mexicanos. Por esta razón, el desarrollo del plan de Prevención de la Contaminación Marina es tan importante como la explotación del petróleo, y debemos adoptar desde ahora, las medidas adecuadas para conservar nuestros mares.

# PROGRAMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA

por: **Gabriel Barud**

*Por primera vez se duda seriamente de la capacidad del océano para absorber los productos de desecho y resulta evidente la necesidad de comprender mejor el medio marino. Una de las mayores preocupaciones de los especialistas en ciencias marinas consiste en determinar la conducta de los contaminantes dentro del medio aludido, incluyendo sus efectos concretos sobre todas las formas de vida marítima. Ello constituye un requisito previo a cualquier control de la descarga de contaminantes en el océano. Sin esa información básica sólo se podrán establecer controles arbitrarios de la contaminación y los océanos seguirán en peligro.*

La contaminación de los océanos es consecuencia exclusiva del hombre y de sus actividades. Jamás en la larga historia de la Tierra, habían penetrado en el medio marino contaminantes en cantidad suficiente como para alterar el comportamiento químico natural de los océanos. El hombre ha aumentado la can-

tidad de sustancias naturales que llegan a los océanos y añadido productos de su invención, como los plásticos y los pesticidas, que al carecer de contraparte natural, colocan a la naturaleza ante la imposible tarea de reducirlos a una forma elemental.

La conversión de los medios

biológicos marinos naturales en urbanizaciones inmobiliarias, no sólo puede alterar completamente la franja litoral, sino que ciertas obras de construcción, como las de barrenamiento y excavación, pueden causar graves daños a la vida marina, bien directamente, como en el caso de los explosivos, o indirectamente, por un exceso de sedimentos que contamine las aguas. El hombre ha contribuido también a alterar la fauna y la flora naturales, vertiendo aguas residuales no depuradas.

Aun cuando la contaminación puede ser de naturaleza química, física o biológica, tiene un factor común: El Hombre. Existe el acuerdo general en que las medidas destinadas a impedir o controlar la contaminación tienen la máxima eficacia cuando se aplican en la fuente donde se originan los contaminantes. Dichas fuentes son tan diversas como las actividades mismas del hombre; sin embargo, pueden clasificarse en: eliminación de aguas residuales domésticas; residuos agrícolas e industriales; descarga deliberada y operacional



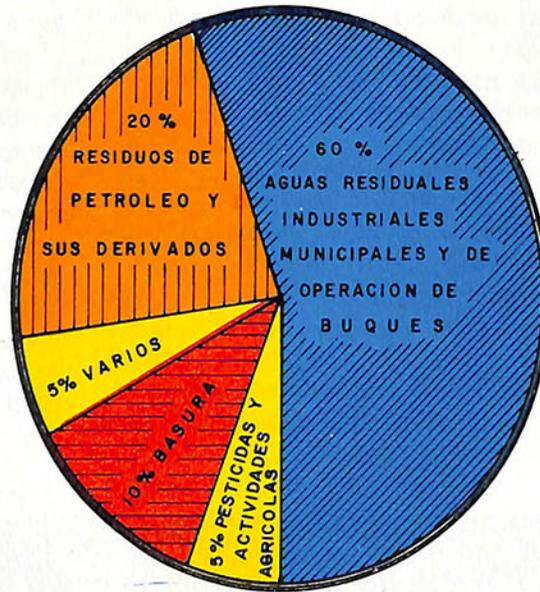
de contaminantes transportados en buques.

La división en estos grupos guarda correspondencia, a grosso modo, con las principales activi-

dades humanas. Por ello un contaminante determinado puede estar bajo control en virtud de sistemas separados, asociado uno con el transporte marítimo y el otro con su utilización o producción en tierra.

*El Programa Nacional para la Prevención de la Contaminación Marina que la Secretaría de Marina realiza a través de la Dirección General de Oceanografía, proporciona un marco dentro del cual pueden coordinarse los programas nacional y regionales sobre diversos aspectos de la contaminación del mar. Dicho programa permitirá cumplir satisfactoriamente con todas las funciones previstas en el convenio suscrito por México sobre contaminación del mar y por vertimiento de desechos y otras materias, responsabilidad que por decreto del 30 de enero de 1978 se confirió a la Secretaría de Marina.*

**PORCENTAJES  
DE APORTES  
DE CONTAMINANTES  
POR FUENTES  
DE EMISION  
EN EL PAIS**



El objetivo fundamental de este Programa Nacional para la Prevención de la Contaminación Marina, es llegar a sentar una sólida base científica para poder evaluar y regular el problema de la contaminación en el océano, a través de programas de control racionalmente concebidos y aplicados, y del estricto cumplimiento de la reglamentación que existe al respecto.

Tal reglamentación constituye en sí un programa de control; de su adecuado planteamiento y puesta en práctica depende grandemente el éxito del plan.

El primer grado de prioridad del programa, se asigna a la realización de estudios básicos. En gran parte, éstos se llevan a efecto de acuerdo a un plan de necesidades nacionales o regionales, dentro de un marco bien estudiado, con el objeto de facilitar la comparación y la interpretación de los datos en forma de futuros informes sobre "la salud del océano".

Como la imagen de la distribución mundial de los contaminantes del medio marino se forma a partir de los estudios básicos, ha surgido la necesidad siguiente: un componente importante del plan prevé el primer tipo de estudios básicos (nacionales o regionales) y tiene debidamente en cuenta la necesidad de disponer de cálculos del balance de masa y de patrones



## MARCO DE ACTIVIDADES BASICAS DE LA DIRECCION DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACION

### REGLAMENTACION Y VIGILANCIA

Establecimiento de programas de monitoreo en la zona económica exclusiva, zona de vertimiento, en base a los estudios básicos y de monitoreo, se establecerán los límites permisibles de sustancias potencialmente tóxicas. A través de un reglamento que regule la aplicación en México del convenio de la prevención de la contaminación del mar por vertimientos de desechos y otras materias.

### INVESTIGACION

Estudios Básicos:  
a Nivel Regional.  
A Nivel Nacional.  
Programa por Cooperación Internacional de Aportes.  
Vías de Entrada o Rutas.  
Sumideros (sedimentos marinos o atmosféricos).  
Efectos de dosis respuesta.  
Para determinación de procesos de transformación de materiales contaminantes.

de exposición, así como la necesidad de medidas reguladoras. Para satisfacer estos requisitos, se atribuyó igual prioridad a una serie de actividades de investigación que se refieren a los aportes, vías, sumideros y efectos de los contaminantes, y a las relaciones entre dosis-respuesta.

Los estudios básicos proporcionarán valiosos datos sobre los aportes, distribuciones y vías, y en cierto grado servirán de ayuda para los estudios del balance de masa. Ahora bien, se precisará trabajar mucho para seguir avanzando en el estudio del balance de masa y, particularmente, en el de los procesos de transferencia entre los depósitos principales de contaminantes, como el mar y la atmósfera, quedando aún por operar análogamente en lo que se refiere a los aportes de los ríos y al intercambio de contaminantes entre las aguas y los sedimentos del fondo.

No puede pensarse en comprender adecuadamente el problema de la contaminación, sin contar con patrones básicos de exposición, adecuados para el hombre y para otros organismos, con una evaluación de los efectos sobre el clima, etc.

Al formular el programa se han tenido debidamente presentes las resoluciones pertinentes de las Naciones Unidas y las actividades y necesidades de diversos órganos de la propia ONU.

#### 1. PRINCIPIOS DE ORGANIZACION.

Los estudios básicos previstos en el programa nacional se desarrollan en tres planos:

1.1 Estudios nacionales de la contaminación en estuarios y aguas costeras, incluidos los estudios sobre la circulación.

1.2 Estudios regionales de la contaminación, llevados a cabo por grupos de trabajo de las estaciones de apoyo oceanográfico.

1.3 Estudios de la contaminación en zonas de alta mar (zona económica exclusiva), realizados por el país o por organismos internacionales en virtud de acuerdos intergubernamentales.

La medición y evaluación de los grados de contaminación, efectuadas por la Dirección General de Oceanografía, deben realizarse sobre la base de métodos previamente convenidos.

#### 2. ELEMENTOS DEL PROGRAMA NACIONAL.

##### 2.1 Tareas y Objetivos:

En el programa se han seleccionado los elementos que se consideran más pertinentes para las necesidades inmediatas.

2.1.1 Planear y realizar observaciones básicas sistemáticas de la concentración de determinados contaminantes en el medio marino, incluidos los organismos marinos, el agua del mar y los sedimentos de los fondos oceánicos.

2.1.2 Identificar las fuentes más importantes de la contaminación; determinar el caudal de los aportes de contaminantes y la velocidad de eliminación. Podrá llegarse así a estimaciones de balance de masa.

2.1.3 Fijar patrones fundamentales para la exposición a los contaminantes, bien del hombre o bien de elementos del medio marino, facilitando así un elemento esencial para controlar la contaminación del mar.

La realización exitosa de estas tareas proporcionará:

a) Una imagen sistemática del grado de contaminación y de la distribución espacial de los principales contaminantes, como preliminar necesario para evaluar la salud del océano.

b) Una comprensión cuantitativa de la transferencia de los contaminantes principales al medio marino y dentro de este.

c) Una sólida base científica para

ejercer medidas encaminadas a controlar la introducción de contaminantes en el océano.

d) El desarrollo de una capacidad de predicción para evaluar los efectos que los cambios en las modalidades de penetración de los contaminantes, pueden ocasionar en el medio marino.

## 2.2 Tipos de contaminantes:

En el momento actual, convendría prestar atención al estudio de los metales pesados y otros elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, cadmio; los hidrocarburos halogenados, tanto aromáticos (DDT, DPG, etc.) como alifáticos (residuos de hidrocarburos procedentes de la fabricación de CPV y otros); el petróleo, la contaminación microbiológica (evacuación de aguas negras), los nutrientes (nitrógeno y fósforo) y la radiactividad artificial (plutonio y determinados productos de fisión y activación). Como la importancia de un contaminante varía de una zona a otra, carece de justificación cualquier ordenación por categorías.

## 2.3 Intercambio de datos.

Un elemento importante del

programa es el tratamiento de la información y de los datos obtenidos en el curso de la investigación. La sistematización y el tratamiento de los datos relativos a la contaminación marina, lo están realizando actualmente, en medida limitada, los centros mundiales de tratamiento de datos "A" y "B" (oceanografía), algunos centros nacionales de tratamiento de datos oceanográficos y algunos centros regionales y especializados de tratamiento de datos. El tratamiento de la información está probablemente menos desarrollado y, llegado el momento, será preciso tener en cuenta en el programa, los esfuerzos que actualmente se están desplegando a escala intergubernamental.

## 3. ESTUDIOS BASICOS

Los estudios acerca de la distribución actual de determinados contaminantes especialmente seleccionados en el medio marino, se conocen como "estudios básicos" y constituyen la base de la futura vigilancia de la contaminación. Los estudios básicos se consideran la acción más importante.

En estos estudios se desarrollan y experimentan los métodos analíticos y se adquiere experiencia en la realización de observaciones. Tam-

bién requieren resolver los múltiples problemas que plantean el muestreo en el mar, el modo de evitar la contaminación, el necesario tratamiento previo y la conservación de las muestras obtenidas. Los procedimientos que se han desarrollado funcionan paralelamente como un sistema de vigilancia. Finalmente, se llega a una apreciación inicial de la naturaleza y magnitud de la contaminación marina en la región de que se trate.

Elemento fundamental de los estudios básicos es la intercalibración, de la que puede surgir una selección de métodos de aceptación general. Por lo regular, para una operación de intercalibración es necesario disponer primero de una serie de muestras de referencia cuidadosamente seleccionadas y preparadas. Los datos que se obtengan en la operación de intercalibración finalmente deben ser evaluados con arreglo a la metodología estandar de control de la calidad.

Los estudios básicos deben llevarse al cabo, en primer lugar, en aquellas regiones del océano que parezcan ser representativas de un aspecto determinado de la contaminación marina.

Es importante notar que la dirección principal del estudio básico,





tiene una sólida base inicial; indudablemente, el enfoque más directo se orienta hacia la conservación del medio marino y la salud pública. Ahora bien, los efectos de los contaminantes sobre los recursos vivos, ecosistemas, actividades recreativas, navegación, pesca y otros usos legítimos del mar, pueden resultar de importancia más imperativa en ciertas zonas geográficas. Los estudios básicos constituyen asimismo una operación de gran utilidad en algunas regiones, para poder documentar el estado "natural inalterado", antes de dar comienzo la actividad específicamente humana en gran escala.

Como la finalidad es obtener una imagen instantánea del estado de contaminación, todo estudio básico deberá llevarse a cabo rápidamente, en el espacio de tiempo más breve posible, de preferencia no superior a un año.

La distribución de los contaminantes, determinada a partir de los estudios básicos, puede utilizarse junto con las estimaciones de sus aportes, para deducir los balances de masa aproximados correspondientes a contaminantes específicos en el medio marino. Cuando se disponga de estimaciones más exactas de los aportes

de contaminantes y gracias a la investigación de los procesos citados, se tendrá un conocimiento más perfecto de las relaciones del balance de masa de los contaminantes en zonas regionales determinadas, al igual que a escala mundial, lo que contribuirá en gran medida al futuro diagnóstico de la salud del océano.

#### CONSIDERACION FINAL

Para poder controlar razonablemente los contaminantes que penetran en el medio marino, se depende de la fijación de patrones básicos de exposición adecuados, ya sea para el hombre o para los organismos marinos. Para definir estos patrones básicos, es necesario establecer relaciones (criterios) dosis— respuesta adecuadas para distintas categorías de contaminantes y organismos y tener en cuenta consideraciones de orden costo-riesgo y costo-beneficio.

Por lo que se refiere a la mayoría de los contaminantes, el grado aceptable de exposición del hombre o de otros organismos, o se desconoce o está pobremente determinado desde el punto de vista cuantitativo. No puede hacerse ninguna formulación cuantitativa sobre

las intensidades de exposición admisibles sin contar con alguna estimación de la proporción de incidencia del efecto dañino debido a un determinado grado de exposición.

Se encuentran grandes dificultades para obtener esta información en el caso del hombre, o de otros organismos, en el medio natural. Por ello se debe recurrir, o bien en el caso del hombre a estudios epidemiológicos, o bien someter experimentalmente organismos a altos grados de exposición. Se necesita urgentemente desarrollar métodos para evaluar o estimar los efectos de la exposición crónica de organismos individuales, poblaciones y ecosistemas, ya que, sin esta información, será difícil definir los patrones apropiados sobre los cuales se puedan basar decisiones racionales en cuanto a las proporciones admisibles de introducción de contaminantes o interpretar adecuadamente los datos relativos a la vigilancia del medio.

Se puede llegar así a una base adecuada para fijar patrones prudentes en los que se puedan basar medidas adecuadas de control de la calidad del medio marino.



## PROGRAMA ATMOSFERICO OCEANOGRAFICO GARP-ATLANTICO-MEXICO

El lanzamiento del primer satélite artificial en órbita terrestre en 1957 y el del primer satélite meteorológico en 1959, abrieron una nueva dimensión en las observaciones meteorológicas. Este desarrollo junto con los tremendos avances en computación electrónica y en la simulación de movimientos atmosféricos a través de modelos matemáticos, dieron al mundo una oportunidad sin precedentes para

lograr avances significativos en el entendimiento de la circulación atmosférica y para ampliar ciertamente la predicción del tiempo.

Entre los programas de investigación atmosférica y oceanográfica, el mayor proyecto nunca antes realizado lo han venido organizando, desde 1967, la Organización Meteorológica Mundial y el Consejo Internacional de Uniones Científicas, en el seno de las Na-

ciones Unidas. Virtualmente todos los países del mundo participan en este proyecto denominado GARP, equivalente en español a "Experimento de Investigación Atmosférica Global", que en 1974 realizó el "Experimento Global del Atlántico Tropical" (GATE, siglas en inglés) y que actualmente efectúa el "Primer Experimento Global GARP", conocido por sus siglas en inglés FGGE, (First GARP Global Experiment), cuyas actividades se han estado efectuando desde el 1° de diciembre de 1978 y continuarán hasta el 30 de noviembre de este año.

### OBJETIVOS:

El proyecto GARP (Global Atmospheric Research Programme) es un programa para el estudio de aquellos procesos físicos de la tropósfera y estratósfera, que son esenciales para el entendimiento del comportamiento de la atmósfera, manifiesto en fluctuaciones de gran escala y de los factores que determinan las propiedades estadísticas de la circulación general de la atmósfera.

Por ello, los objetivos primordiales a nivel mundial en este proyecto son:

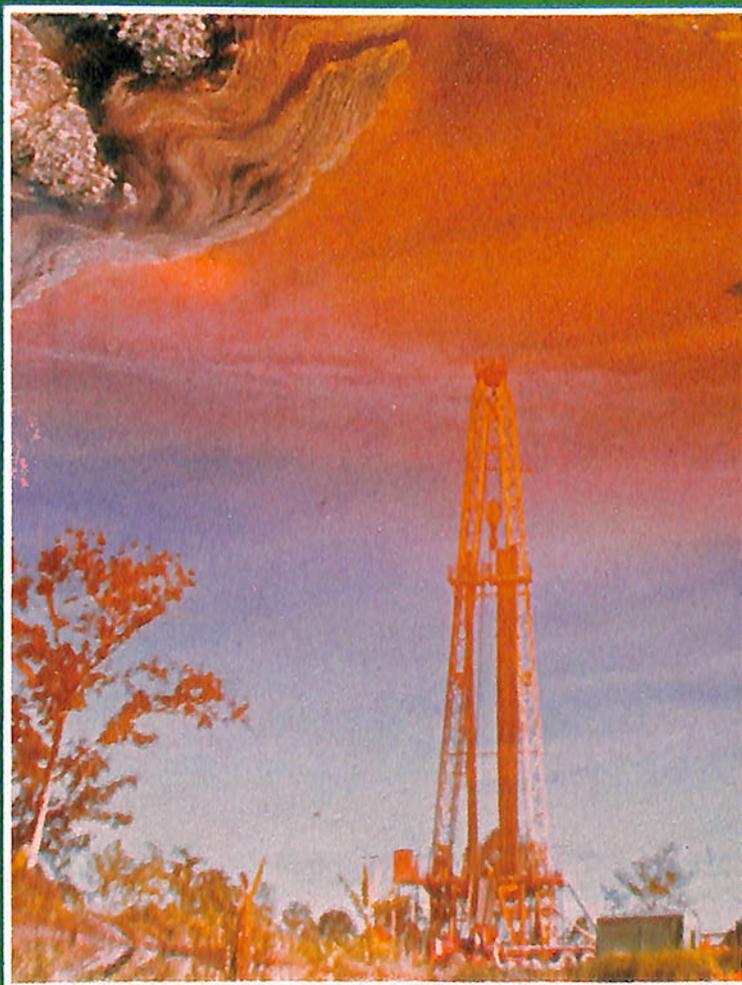
- Obtener un mejor entendimiento de la circulación atmosférica, a fin de desarrollar modelos más realistas para la predicción del estado del tiempo.

- Evaluar el límite último de los sistemas de predicción del estado del tiempo.

- Diseñar un óptimo sistema múltiple de observaciones meteorológicas a fin de mejorar la predicción numérica del tiempo en los modelos de gran escala de la circulación general.

- Investigar los mecanismos físicos fundamentales en las fluctuaciones del clima, en un lapso de unas semanas a algunos años, para desarrollar y probar modelos climáticos apropiados.

Las consideraciones teóricas y los experimentos numéricos proveen más y más evidencias de que el comportamiento de la atmósfera





durante periodos largos, sólo puede ser entendido si se estudian globalmente las circulaciones atmosféricas de gran escala, esto es, como un sistema físico único donde cada parte interactúa con las otras. Las pruebas de estas ideas y su aplicación a la predicción de los movimientos atmosféricos durante estos extensos periodos podrían sólo realizarse si las observaciones meteorológicas estuvieran disponibles sobre todo el globo terráqueo.

### DESARROLLO DE LA OPERACION

El sistema básico de observación para el experimento se integra con elementos que pueden contribuir a la fijación global de información para todo el periodo experimental. El sistema de observación superficial del Programa de Vigilancia Meteorológica (World Weather Watch) y el sistema de satélites, en combinación, dan una cobertura global de las observaciones significativamente mejor que el sistema operacional empleado antes del experimento.

Los componentes de este sistema consisten principalmente en

barcos móviles y estaciones aéreas de observación, integrados de la siguiente manera:

9 218 estaciones haciendo observaciones superficiales.

835 Estaciones haciendo observaciones de viento superior.

9 Estaciones fijas en el océano.

7,370 barcos haciendo observaciones superficiales voluntarias.

20 Aviones comerciales enviando información meteorológica por vía de los satélites geoestacionarios.

Un promedio de 1,600 reportes diarios desde los aviones.

### 2. — Satélites Geoestacionarios.

Hay cinco satélites meteorológicos geoestacionarios lanzados por Estados Unidos (U.S.A.), Japón y la Agencia Europea Espacial

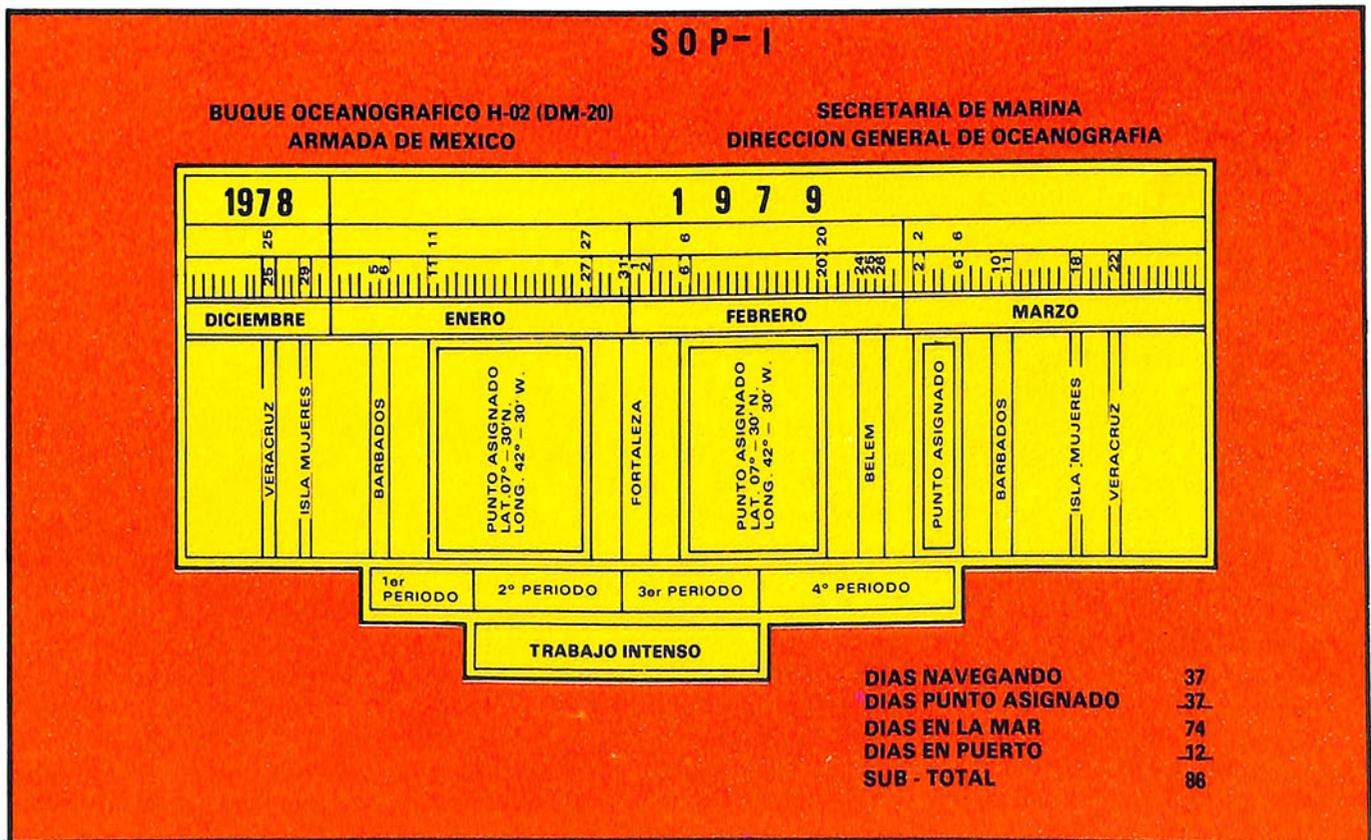
(E.S.A.), que se encuentran localizados a intervalos regulares alrededor del Ecuador a una altura aproximada de 35,800 km.

Estos satélites geoestacionarios monitorean la atmósfera a través de varios canales en porciones visibles e infrarrojas del espectro electromagnético. Los datos que aportan son utilizados para determinar un número de parámetros meteorológicos.

### 3. — Satélites de Orbita Polar. —

Hay dos sistemas en órbita polar: el sistema TIROS-N, de los Estados Unidos y el METEOR, de la Unión Soviética, además de los satélites de investigación NIMBUS-7 y el SEASAT-A. Estos satélites son convenientes para lograr una ob-

OPERADOR	SATELITE	LOCALIZACION	LANZAMIENTO
U.S.A.	SMS-2	135° W	Oct. '75
U.S.A.	GOES-2	75° W	Jun. '77
E.S.A.	METEOSAT	0°	Nov. '77
JAPON	HIMAWARI (GMS)	140° E	Jul. '77
U.S.A./E.S.A.	GOES-Océano Indico	60° E	(Tentativo)



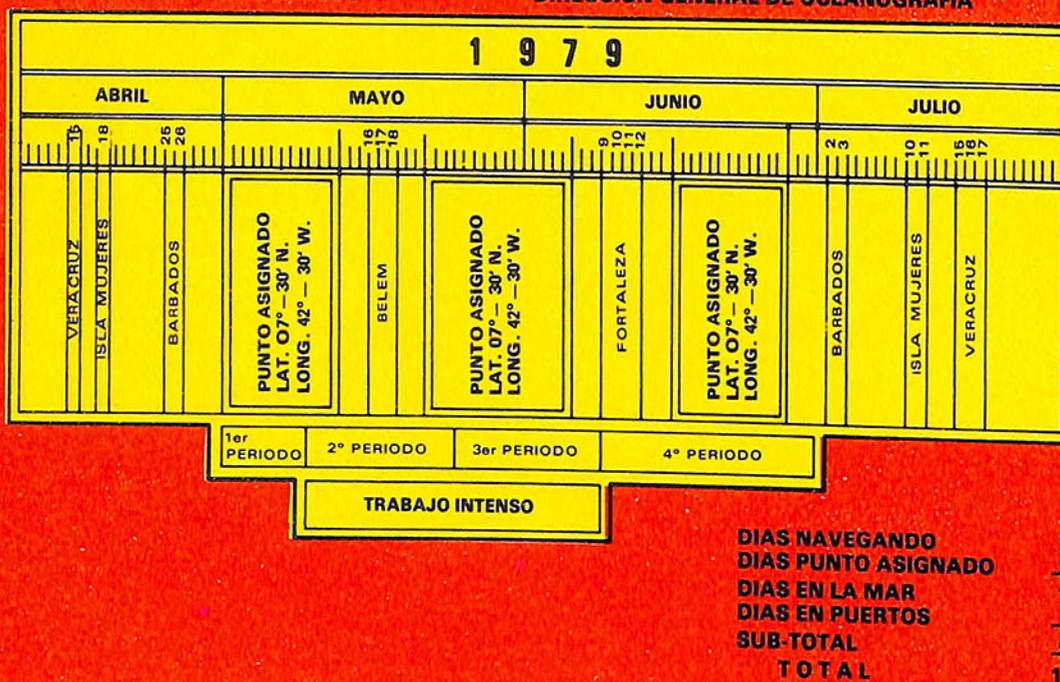
# SOP-II

BUQUE OCEANOGRAFICO H-02 (DM-20)

SECRETARIA DE MARINA

ARMADA DE MEXICO

DIRECCION GENERAL DE OCEANOGRAFIA



servación global y adicionalmente pueden captar información de otros puntos de observación tales como boyas, globos y estaciones automáticas.

#### 4. - Buques de Observación de Viento Tropical.

Las observaciones de viento superior están siendo hechas por cada buque participante, dos o más veces al día, mientras el barco se encuentra en alta mar.

Los sistemas de Radio Sondeo permiten tener perfiles de *Viento*, *Temperatura*, *Humedad*, y *Geopotencial*. Se espera una exactitud de 2 a 3 m/sec. Las observaciones son desde la superficie del mar hasta una altura mayor de 70 milibares (30 km. aproximadamente).

El número de barcos en operación durante los Periodos de Observación Especial I y II, (Special Observation Period, SOP I y SOP II) es aproximadamente de 43 y 45, respectivamente. Los itinerarios de los buques están distribuidos en forma tal de tener un máximo de observaciones cubiertas durante los 30 días de *observación intensa* en los periodos de cada SOP.

Además, los buques realizan sus propias investigaciones de oceanografía, meteorología y radiación solar, en coordinación con otros barcos.

#### 5. - Otras investigaciones

Hay en los trópicos un sistema de globos para medición atmosférica a un nivel constante y en el hemisferio sur un sistema de boyas de deriva en el mar.

#### INVESTIGACION MEXICANA

La investigación que con el Buque Oceanográfico H-02 (Dragaminas Veinte), realiza México en la Zona Ecuatorial del Atlántico, tiene como objetivos principales conocer las variaciones del agua intermedia del Antártico, desde el punto asignado frente a las costas de Brasil, en latitud 7.5°N y 42.5°W, hasta el centro del Golfo de México, así como las variaciones locales en las corrientes y masas de agua ecuatorial del lugar antes mencionado. También se lleva a cabo la medición de varios parámetros en radiación solar.

1. - En una propuesta mexicana realizada en el Comité SCOR-47 del Atlántico, se aprobó la coordi-

nación de los buques oceanográficos que trabajan en la parte occidental Ecuatorial del Atlántico, para ver la posibilidad de efectuar transectos norte-sur en las corrientes ecuatoriales, y para llevar a cabo el 7 de junio de 1979, una intercomparación de instrumental oceanográfico, meteorológico y de radiación solar en un punto llamado AMIGOS, situado en el Ecuador y longitud 40°W. En esta reunión de buques estará el *Von Humboldt* (Alemania Dem.), *Saldaña* (Brasil), *Samoilovich* y *Lomonosov* (soviéticos) y el *Oceanográfico H-02* (Dragaminas 20, México)

#### RESULTADOS PRELIMINARES DE MEXICO

En el punto asignado, 7.5°N y 42.5°W, se observó que la onda larga de aproximadamente 14 días se traslada por todo el Atlántico Ecuatorial. Por la deriva del buque se pudo comprobar haber estado cerca del nacimiento de la Contra Corriente Ecuatorial, en enero-febrero de 1978, durante el SOP I.

También se encontró el centro del Gran Remolino Anticiclónico en el Golfo de México, el cual tiene mayor intensidad que los observados anteriormente.

## LA FORMACION DEL PERSONAL CIENTIFICO EN BIOLOGIA MARINA

**LA PROBLEMATICA DE LA PRODUCCION  
BIOLOGICA DE LOS MARES Y DE LAS  
AGUAS EPICONTINENTALES DE MEXICO Y  
LOS SISTEMAS EDUCATIVOS A NIVEL  
UNIVERSITARIO.**

**por: Alejandro Villalobos Figueroa**

La especie humana se incrementa inexorablemente, con más intensidad cuanto mayores son las carencias. Este azoroso camino de una humanidad que multiplica el número de sus individuos rebasando la capacidad de contención de pueblos y ciudades, consumiendo más alimentos de los que produce y haciendo inoperantes los mejores sistemas de organización, orilla a los científicos y sociólogos a realizar esfuerzos para convencer a la población a que controle el índice de la natalidad, para lograr un equilibrio donde las tasas de crecimiento de la población sean compatibles con la producción sincrónica de los satisfactores humanos, con la esperanza de lograr ese equilibrio en los primeros decenios del siglo XXI.

En tanto el tiempo transcurre y los acontecimientos demográficos se suceden, existe la imperiosa tarea de incrementar la producción de alimentos mediante sistemas



más eficientes, y regular el mercado para lograr un sistema distributivo justo, sobre todo en pueblos con mayores carencias.

Los problemas de México en cuanto al crecimiento de su población y a la producción de alimentos, si bien no ha llegado a condiciones tan críticas como en otros países, no se debe por ello retirar el dedo de la llaga. Un sector muy importante de la población padece hambre crónica; este conglomerado es altamente vulnerable a las enfermedades y a la insalubridad que generan los problemas sociales. Es por ello que se contempla muy seriamente desarrollar sistemas de producción de alimentos correlativos al alto índice de crecimiento demográfico. Tarde o temprano se llegará a la condición de limitación de disponibilidad de las tierras cultivables y de agostadero. Sin embargo, se cuenta con 10 000 Km de litoral que comprenden una franja de 200 millas de ancho de Mar Patrimonial o Zona Económica Exclusiva y con millones de hectáreas de lagunas litorales y aguas epicontinentales, que son fuentes inagotables de producción de alimentos.

El aprovechamiento de nuestros mares y aguas epicontinentales requiere el estudio constante de ese medio; sólo en esta forma será posible precisar estrategias adecuadas para la mejor y racional explotación y aprovechamiento de los recursos bióticos.

El campo de la Biología Marina es atractivo por naturaleza. Los medios actuales de información, las actividades acuático deportivas, la accesibilidad al mar y los equipos de inmersión al alcance de muchas personas, son medios eficaces para motivar la vocación de la juventud hacia el estudio de esta rama de la ciencia.

Con un estudiantado sensibilizado en la fenomenología del medio acuático, varias instituciones de enseñanza superior han dispuesto planes de estudio estructurados para ofrecer enseñanza e investigación en el ámbito de la Biósfera acuática.

México está requiriendo urgentemente personal científico y técnico que se oriente de inme-

diato a tantos problemas ya de muy antiguo planteados a lo largo de nuestros litorales o en las aguas epicontinentales. Se requiere incrementar la producción de recursos biológicos para consumo humano y definir de una vez por todas qué significado tienen estas reservas alimenticias en las necesidades del futuro inmediato de nuestra población.

Sin embargo, dichas instituciones que han estructurado planes de estudio orientados hacia el conocimiento de nuestros mares y aguas epicontinentales, se enfrentan con serias carencias en cuanto a personal docente, medios materiales y pecuniarios para resolver los sistemas de operación, muy propios de este campo de la educación. Y aunque mientras algunas instituciones cuentan con el adecuado apoyo económico para el desarrollo integral de sus planes de estudio, la mayoría de las instituciones cuentan con recursos económicos limitados, lo que repercute en una notoria diferencia en cuanto a la preparación y ejercicio profesional entre unos y otros.

De ahí se desprende que los planes de estudio orientados al conocimiento del medio marino, con extensión a las lagunas costeras y las aguas dulces, a menudo no cuentan con el personal académico adecuado y suficiente para las distintas materias consideradas en el *pensum* de dichos planes. El personal requerido debe ser en ocasiones altamente especializado en su conocimiento, y dentro de su área, tener capacidad para dictar la cátedra en la materia correspondiente. Lamentablemente pocos maestros pueden abordar con amplio dominio una temática correlativa a su línea principal de conocimiento; una gran mayoría son profesores improvisados que hacen muy loables esfuerzos para mantener en un plano de eficiencia los temas de la cátedra que le tocó dictar, aunque las más de las veces no se alcanza la calidad mínima. Este panorama tan lleno de contradicciones nos lleva a considerar que la enseñanza de las Ciencias Marinas y Limnológicas en nuestro país, requiere amplios esfuerzos encaminados hacia la formación de personal docente calificado para refor-

zar la planta de profesores de instituciones que han abierto el camino de la enseñanza de las Ciencias Hidrobiológicas, en cuyas manos quedaría el futuro de la problemática de los recursos bióticos que satisfagan las necesidades de nuestro pueblo.

A pesar de las carencias en la que se ha desarrollado la enseñanza hidrobiológica en México, está ha alcanzado niveles muy satisfactorios. A ello ha contribuido el afán de superación académica de los egresados, quienes han realizado estudios de grado en el extranjero por lo cual sus investigaciones están al nivel de cualquier país desarrollado. Al empezar a desarrollar los primeros planes de estudio encaminados a formar personal para la investigación del medio marino y de las aguas dulces, fue válido sustituir con el entusiasmo todas las deficiencias materiales y docentes de esos grupos. Al evaluar el esfuerzo que se empleó para echar a andar las actividades iniciales, se llega al convencimiento que fue mucho lo que se hizo para romper la inercia en que estaban los estudios marinos ya que en aquél entonces las aguas dulces eran más accesibles a la investigación y la literatura científica mostraba que el conocimiento de la biota dulceacuícola estaba bastante avanzado, gracias a las contribuciones científicas de connotados investigadores. Por el contrario el medio marino sólo fue objeto de estudio por parte de instituciones de otros países; si acaso, algunos intentos mexicanos dejaron información científica que no por escasa deja de tener merecimiento por su calidad.

Se reconoce que el sostén para la formación de personal científico con orientación hacia la Hidrobiología en general lo constituyen: el apoyo instrumental, los medios náuticos y el personal docente del que ya se habló. El instrumental oceanográfico alcanza valores comerciales altos, muy limitativos para adquirirlos en la diversidad y la cantidad necesarias para la mayoría de las instituciones que se han empeñado en la investigación hidrobiológica; sólo a base de grandes sacrificios o ampliaciones presupuestales, se van adquiriendo



ciertos aparatos propios para las actividades oceanográficas. Hace 20 años, no más de un par de instituciones nacionales se podían dar el lujo de contar con botellas Nansen y termómetros reversibles; las dragas y los muestreadores de fondo fueron los medios de trabajo de los investigadores de geología marina, siendo las redes de plancton los medios más usuales para el muestreo correspondiente. Los análisis químicos siempre se realizaron con el sistema de Knudsen y Winkler para salinidad y  $O_2$  (oxígeno disuelto), respectivamente.

El primer equipo básico para trabajos oceanográficos fue donado a la UNAM por la UNESCO gracias a las gestiones del Dr. José A. Suárez Caabro, entonces experto de esa institución internacional, comisionado en la Sección de Hidrobiología del Instituto de Biología de la UNAM. El equipo en total tuvo un costo de 50 000 dólares y permitió programar las investigaciones en el área nerítica, enfrente de Veracruz, Ver., en las Lagunas de Alvarado y Tamiahua y

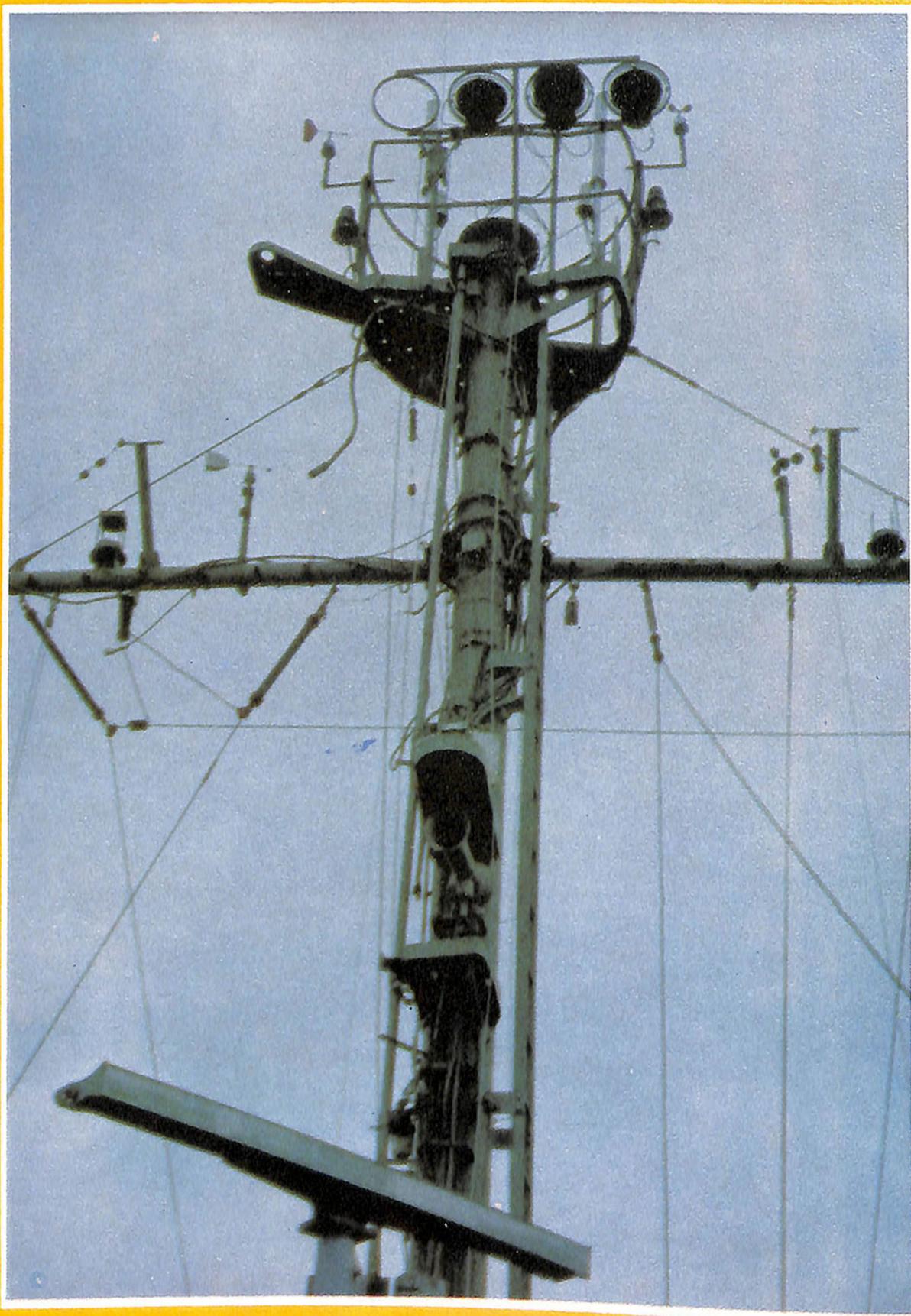
posteriormente en las Lagunas Costeras del Noroeste de México. Con ese equipo se fortaleció la enseñanza de la Biología Marina que fue programada como un complemento importante del convenio establecido entre UNAM y UNESCO. Si no se cuenta con los medios náuticos para la investigación marina, se producen grandes limitaciones en el desarrollo de la oceanografía. En México sólo la Secretaría de Marina y el Departamento de Pesca están en condición de sostener en operación embarcaciones adecuadas para el apoyo de las investigaciones oceanográficas y de pesquerías. Fuera de ellas, ninguna otra institución, al menos por el momento, estaría en capacidad de hacerse cargo de un barco de esa naturaleza, a menos que quisiera comprometer su presupuesto anual en el mantenimiento.

Cuando la Secretaría de Marina a través de la Dirección de Faros e Hidrografía dispuso habilitar un barco para las investigaciones marinas, se pudo contar con el

*Pailebot Altair* a bordo del cual un grupo de hidrobiólogos del Instituto de Biología, efectuaron pequeños cruceros en la zona arrecifal frente al Puerto de Veracruz, en donde se hicieron mediciones de variables ambientales diversas, gracias al equipo donado por UNESCO.

Antes de estos resultados, se había efectuado un crucero intitolado *Operación Neptuno* que mucho después de realizado produjo una publicación con los datos obtenidos.

Ante el compromiso de México para iniciar el inventario de nuestros recursos marinos, la Secretaría de Marina, a través de la Dirección de Faros e Hidrografía determinó la disponibilidad de un barco, el *Virgilio Uribe*, para los trabajos oceanográficos. Las instituciones de investigación del país, interesadas en las investigaciones de nuestros mares, pudieron tener una embarcación habilitada para hacer estudios geológicos, hidrográficos, físicos, químicos, biológicos y atmosféricos en el Golfo de México.



---

El *Virgilio Uribe*, sustituyó con ventaja al vetusto *Altair* el cual no tuvo grandes oportunidades para surcar nuestras aguas neríticas en el golfo. Poco después, en el Pacífico, se habilitó el *Dragaminas-20* y de esta forma esos litorales tuvieron también la atención de los investigadores. En el orden de los acontecimientos, el *Virgilio Uribe* fue dado de baja y sustituido por el *Marino Matamoros*. Ultimamente el *Dragaminas-20* pasó al Golfo y el *Mariano Matamoros* está operando en el Pacífico de México.

Es justo destacar el papel de los barcos de investigación en las Ciencias del Mar, dependientes de la Secretaría de Marina; gracias a ellos y al espíritu de cooperación de esta dependencia oficial, ha sido posible realizar una labor de conocimiento de diferentes áreas marinas y de sus recursos naturales abióticos y biológicos. Diversas instituciones han contado con las embarcaciones oceanográficas de marina, y damos

fé de lo que esas facilidades náuticas han significado en las tareas de enseñanza en instituciones como la UNAM, el Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana y otras más que incluso han podido realizar prácticas abordo de esas naves. El apoyo de la Secretaría de Marina, ha llegado a ser indispensable para las instituciones de investigación y enseñanza, y viene a dar el impulso más importante a los programas de formación de investigadores y técnicos en el área oceanográfica.

La Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar dependiente de la Secretaría de Educación Pública, se perfila como otro elemento importante para apoyo de los programas de investigación y enseñanza de instituciones que se han acercado a esta dependencia, en busca de medios náuticos. Sus pequeñas pero eficientes embarcaciones han servido para efectuar muestreos a corta escala dentro de proyectos definidos de investigación en diversas áreas de nuestros litorales.

De modo muy especial habrá que referirse a las tripulaciones de los barcos mencionados, cuya labor durante los cruceros debe considerarse sustancialmente importante; la oficialidad y la marinería comprenden y operan con gran eficiencia los sistemas que hacen posibles los procedimientos de muestreo y de obtención de datos. El sector humano de quien depende el manejo del complejo mecanismo de las naves, significa para los investigadores que trabajan a bordo, la piedra angular del éxito en la realización de los proyectos. La eficiencia muchas veces demostrada, la mística del trabajador del mar, la camaradería respetuosa hacia el compañero científico y el empeño por que cada crucero sea un éxito, son los ingredientes que dan calidad a los trabajos hasta ahora realizados. Seguramente que en el futuro inmediato quedarán capitalizados los hechos positivos, como garantía de lo que se espera dentro de los planos de superación que todos estamos tratando de alcanzar.



**ALM. C. G. IMN Ricardo Cházaro Lara**

Secretario de Marina

**ALM. C.G. DEMN José Manuel Montejo Sierra**

Sub Secretario de Marina

**ALM. C.G. DEMN Mario Artigas Fernández**

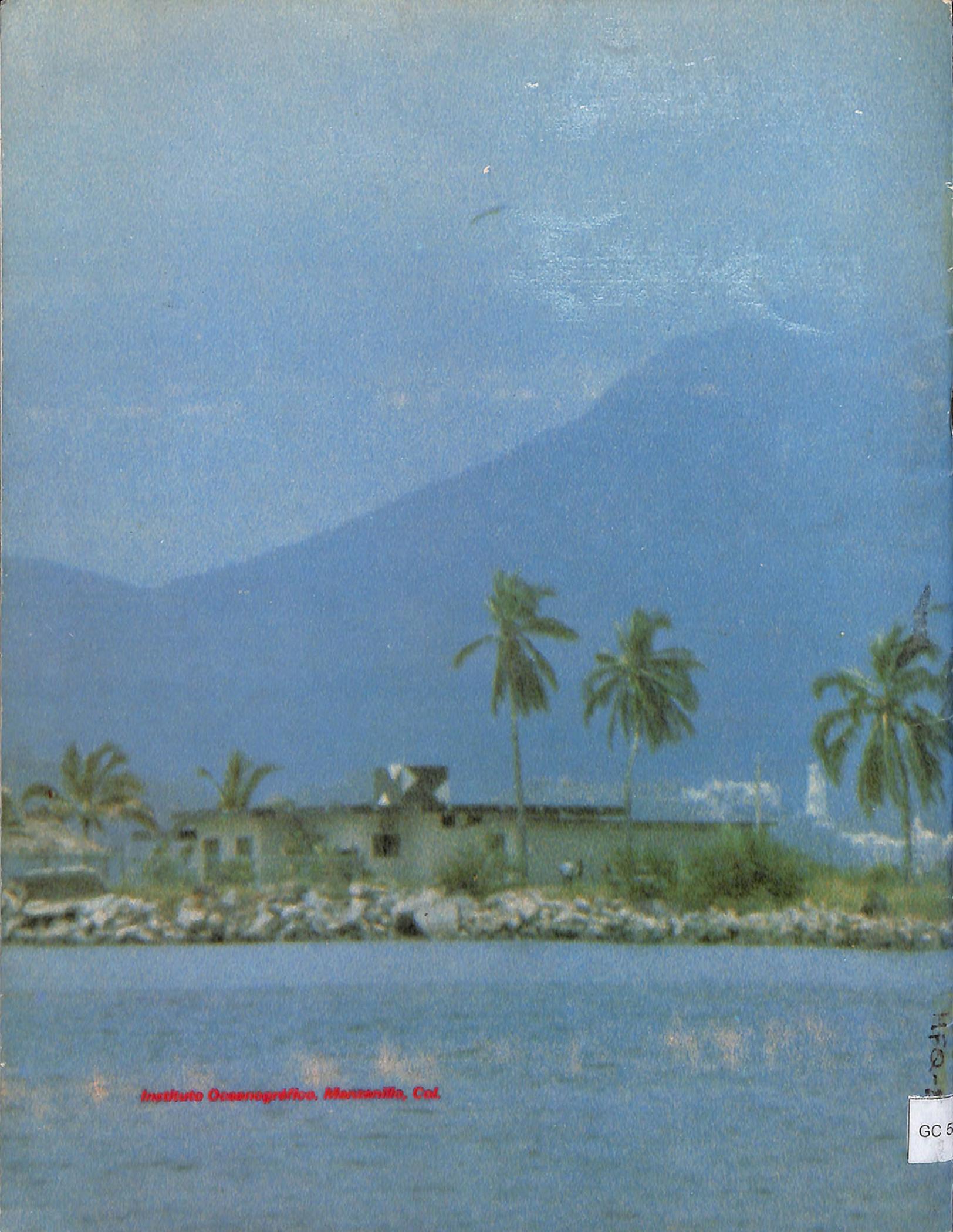
Oficial Mayor

**ALM. C.G. Fernando Piana**

Director General de Oceanografía

72 2-2  
B143  
22





*Instituto Oceanográfico, Manzanillo, Col.*

110-1

GC 5